

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-196409

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

H03H 9/25
H03H 9/145
H03H 9/64

(21)Application number : 10-371733

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 28.12.1998

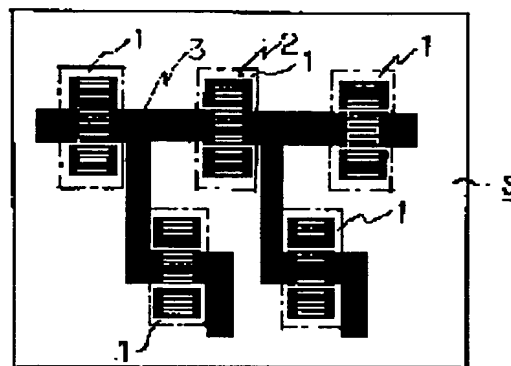
(72)Inventor : FUNEMI MASAYUKI
YAMAGATA YOSHIFUMI

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an element having arbitrary band width and having sharp shoulder characteristics by connecting plural resonators, which are composed of IDT electrodes coated with protecting films, on a piezoelectric substrate to a ladder type circuit and preparing the protecting films on the respective resonators more than two kinds of materials and/or making the thickness of protecting films different at two spots at least.

SOLUTION: Protecting films 1 of respective surface acoustic wave(SAW) resonators are mutually separated and the thickness of films are made different in areas more than two spots or the kinds of protecting films 1 are made different more than two kinds. When the protecting films 1 are loaded on the SAW resonators, the resonance frequency of SAW resonators is lowered by a sonic velocity difference from a substrate S. Therefore, $\Delta f = f_a - f_r$ (f_r : resonance frequency, f_a : anti-resonance frequency) is reduced rather than before loading. The thickness of protecting films 1 is controlled so as to make Δf different for respective resonators 2. Thus, by constituting a ladder type SAW filter by mixing the resonators 2 of large and small Δf , sharp shoulder characteristics and frequency characteristics flattened within a pass band are provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.04.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-196409
(P2000-196409A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl. ¹	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 3 H	9/25	H 0 3 H	A 5 J 0 9 7
	9/145		C
	9/64		Z

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-371733
(22) 出願日 平成10年12月28日 (1998. 12. 28)

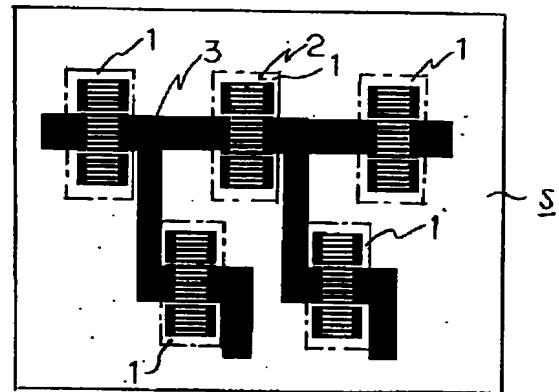
(71) 出願人 000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田扇羽殿町6番地
(72) 発明者 船見 雅之
京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京
セラ株式会社中央研究所内
(72) 発明者 山形 佳史
京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京
セラ株式会社中央研究所内
Fターム (参考) 5J097 AA15 AA18 AA27 BB02 BB11
CC01 DD13 DD15 DD29 FF03
GG03 HA02 KK03 KK04 KK05

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 肩特性が急峻で、通過帯域内が平坦な周波数特性を実現でき、基板の焦電性による I D T 電極スパーク不良が低減される弾性表面波フィルタを提供すること。

【解決手段】 圧電基板 S 上に保護膜 1 で被覆した I D T 電極から成る共振子 2 の複数をラダー型回路に接続して成る弾性表面波フィルタであって、各共振子 2 上の保護膜 1 の材質および/又は保護膜の厚みを 2 種類以上に異ならせた弾性表面波フィルタとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板上に保護膜で被覆したIDT電極から成る共振子の複数をラダー型回路に接続して成る弾性表面波フィルタであって、各共振子上の保護膜の材質を2種類以上および／又は保護膜の厚みを2箇所以上に異ならせたことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記圧電基板を伝搬させる弾性表面波の波長 λ で規格化した保護膜の厚みが、下記直線の式

(A)～(E)で囲まれた領域の値を満足することを特徴とする請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

$$H_p = -H_s + 0.022 \quad \dots (A)$$

$$H_p = 0.07 \quad \dots (B)$$

$$H_p = 3H_s - 0.09 \quad \dots (C)$$

$$H_p = -0.2H_s + 0.027 \quad \dots (D)$$

$$H_s = 0.008 \quad \dots (E)$$

(ただし、 H_s ：ラダー型回路における直列共振子上の保護膜の平均厚み〔 λ 〕、 H_p ：ラダー型回路における並列共振子上の保護膜の平均厚み〔 λ 〕)

【請求項3】 前記保護膜が珪素、酸化珪素、窒化珪素、窒化チタン、炭化珪素、アルミナのうちの1種類以上から成ることを特徴とする請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯電話等の移動体通信機器に用いられる弾性表面波フィルタであって、複数の弾性表面波共振子を梯子型（ラダー型）に配設した構造の弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術とその問題点】近年、電波を利用する電子機器のフィルタ、遅延線、発信機等の素子として多くの弾性表面波素子が用いられている。特に小型・軽量でかつフィルタとしての急峻遮断性能が高い弾性表面波フィルタは、移動体通信分野において、携帯端末装置のRF段及びIF段のフィルタとして多用されるようになって来ており、低損失かつ通過帯域外の遮断特性が優れた様々の比帯域幅を有する弾性表面波フィルタが要求されている。

【0003】現在、実用化されている弾性表面波フィルタには、電極構成の観点から、梯子型（ラダー型）、トランスバーサル型、縦モード結合共振器型等種々のものが実用化されているが、中でもラダー型表面弾性波フィルタは低損失でかつ良好な通過帯域近傍の遮断特性を有し、高周波化による電極微細化に伴う耐電力面での信頼性も高く、非常に有望視されている弾性表面波フィルタである。

【0004】近年、携帯電話システムにおいて、通信チャンネルの拡大が望まれており、このため、①通過帯域幅が大きいこと、②受信・送信帯域での高い減衰傾度（肩特性）を有すること、の2点を備えた弾性表面波フ

ィルタが望まれている。

【0005】まず、通過帯域幅を決定するのは、フィルタを構成する弾性表面波共振子の Δf （共振周波数と反共振周波数の差）であり、これは電気機械結合係数 k^2 と電極膜厚によって変化する。

【0006】次に、弾性表面波フィルタの肩特性を決めるのは、ラダー型フィルタを構成する弾性表面波共振子のQであるが、これは圧電基板の電気機械結合係数 k^2 に反比例し、電極膜厚によっても若干変化する。所望のフィルタを得るためには、適切な電気機械結合係数を有する圧電基板・及び電極膜厚を選択して設計する必要がある。

【0007】しかしながら、このような帯域幅が広く肩特性が優れたフィルタを設計する場合は、一般的な k^2 を持った圧電基板や電極膜厚の組み合わせだけでは困難となっている。

【0008】そこで、本発明は、任意の帯域幅を有し、かつ急峻な肩特性を有するラダー型弾性表面波フィルタの電極構成を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明の弾性表面波装置は、圧電基板上に保護膜で被覆したIDT電極から成る共振子の複数をラダー型回路に接続して成る弾性表面波フィルタであって、各共振子上の保護膜の材質を2種類以上および／又は保護膜の厚みを2箇所以上に異ならせたことを特徴とする。

【0010】さらに、圧電基板を伝搬させる弾性表面波の波長 λ で規格化した保護膜の厚みが、下記直線の式(A)～(E)で囲まれた領域の値を満足することを特徴とする。

【0011】

$$H_p = -H_s + 0.022 \quad \dots (A)$$

$$H_p = 0.07 \quad \dots (B)$$

$$H_p = 3H_s - 0.09 \quad \dots (C)$$

$$H_p = -0.2H_s + 0.027 \quad \dots (D)$$

$$H_s = 0.008 \quad \dots (E)$$

(ただし、 H_s ：ラダー型回路における直列共振子上の保護膜の平均厚み〔 λ 〕、 H_p ：ラダー型回路における並列共振子上の保護膜の平均厚み〔 λ 〕)

また、保護膜が珪素、酸化珪素、窒化珪素、窒化チタン、炭化珪素、アルミナのうちの1種類以上から成ることを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る弾性表面波フィルタの実施形態について図面に基づき詳細に説明する。

【0013】図1に本発明の弾性表面波フィルタの平面構造を、図2に従来構造を示す。従来、圧電基板S上に反射器及び励振電極（IDT電極）から成る弾性表面波共振子（以下、共振子ともいう）2の複数をラダー型回

路に接続しているが、共振子2上に形成する保護膜1をすべて同じ膜厚にしていた。

【0014】本発明では、各弾性表面波共振子どうしの保護膜1を分離し、2箇所以上の領域で膜厚を異なるようにしてもよいし、保護膜1の種類を2種類以上に異なる構成としてもよい。

【0015】通常、弾性表面波共振子上に保護膜1を装荷した場合、基板Sとの音速差から、弾性表面波共振子の共振周波数が低下することが知られている。このため、 $\Delta f = f_a - f_r$ (f_r :共振周波数、 f_a :反共振周波数)は装荷前よりも小さくなる。

【0016】図7に示す従来特性5は Δf の減少により特性4のようになる。このため従来は、保護膜1の厚みが薄い場合 Δf が大きすぎるために、図3に示すように通過帯域幅が大きく肩特性の劣化した特性になり、逆に、図4に示すように保護膜1の厚みが厚い場合 Δf が小さすぎるため、肩特性は急峻ではあるが、通過帯域内にリップルが発生したり、あるいは通過帯域幅が小さすぎるがあった。

【0017】そこで、本発明は、従来問題であった肩特性のなまりを、急峻な肩特性を有する良好な特性を持たせるために、各共振子2で Δf を違わせる様、各共振子2で保護膜2の膜厚を制御することにした。

【0018】このようにして、 Δf の大きな共振子と小さな共振子を混在させ、ラダー型弾性表面波フィルタを構成すれば、図5に示すように肩特性が急峻で、通過帯域内の平坦な周波数特性を実現できる。これは、基板方位や電極膜厚を変えることでは、事実上不可能な効果である。

【0019】なお、保護膜1の膜厚の組み合わせは、各段の共振子保護膜膜厚の平均が異なり、上記の範囲内であれば良く、特に各段での絶対値を制限するものではない。

【0020】図9～11に各共振子に装荷する保護膜の最適範囲を示した。

【0021】すなわち、ラダー型回路がIDT電極を π 型接続させた場合、図9に示すように、圧電基板を伝搬させる弾性表面波の波長 λ で規格化した保護膜の平均厚みが、下記直線の式(F)～(J)で囲まれた領域の値を満足する領域で好適な特性を有する。

$$\begin{aligned} H_p &= -H_s + 0.027 & \dots & (F) \\ H_p &= 0.07 & \dots & (G) \\ H_p &= 3H_s - 0.09 & \dots & (H) \\ H_p &= -0.2H_s + 0.027 & \dots & (I) \\ H_s &= 0.008 & \dots & (J) \end{aligned}$$

(ただし、 H_s :ラダー型回路における直列共振子上の保護膜の平均厚み [λ]、 H_p :ラダー型回路における並列共振子上の保護膜の平均厚み [λ])

また、ラダー型回路がIDT電極をT接続させた場合

は、図10に示すように、下記直線の式(K)～(O)で囲まれた領域の値を満足する領域で好適な特性を有する。

$$\begin{aligned} H_p &= -H_s + 0.022 & \dots & (K) \\ H_p &= 0.07 & \dots & (L) \\ H_p &= 0.027 & \dots & (M) \\ H_p &= -0.17H_s + 0.027 & \dots & (N) \\ H_s &= 0.008 & \dots & (O) \end{aligned}$$

また、ラダー型回路がIDT電極を偶数段接続させた場合は、図11に示すように、下記直線の式(P)～(T)で囲まれた領域の値を満足する領域で好適な特性を有する。

$$\begin{aligned} H_p &= -H_s + 0.022 & \dots & (P) \\ H_p &= 0.07 & \dots & (Q) \\ H_p &= 3H_s - 0.09 & \dots & (R) \\ H_p &= -0.2H_s + 0.027 & \dots & (S) \\ H_s &= 0.008 & \dots & (T) \end{aligned}$$

これらを総合すると、好適な条件は、上述した(A)～(E)式の範囲となる。

【0025】ここで、ターゲットとなる目標仕様は、通過帯域のすぐ両側に減衰が必要なものを選んだ。ここで、波長で規格化した周波数マージンは9～11(MHz/ μ m)、波長 $\lambda = 2\mu$ mで、通過帯域では $|S_{21}| > -3$ dB、通過帯域近傍の減衰量 < -20 dBとした。このようにすれば、直列共振子と並列共振子の構成数が異なるので、 π 型接続、T型接続で違いが出るが、図示のエリア(○印)で減衰特性およびVSWR特性の両方で良好な特性を有する。なお、△印は減衰特性もしくはVSWR特性のどちらか片方で良好な特性を有する。

【0026】また、本発明構造のラダー型弾性表面波フィルタでは、各弾性表面波共振子間で別個の保護膜作製をするために、保護膜どうしは分離して配置する。このため、各弾性表面波共振子どうしを接続する配線パターンがむき出しになり、外気との接触が多くなるため、イオンチャージを緩和させ、LT基板の焦電性によるIDT電極スパーク不良が低減されるという効果がある。

【0027】

【実施例】次に、本発明に係るラダー型弾性表面波フィルタを試作した実施例を説明する。42° YカットLiTaO₃単結晶基板上に、Al-Cu(2wt.%)合金の材料による微細電極パターンを形成した。パターン作製には、縮小投影露光機(ステッパー)、およびRIE(Reactive Ion Etching)装置によりフォトリソグラフィを行なった。

【0028】まず、基板材料をアセトン・IPA等によって超音波洗浄し、有機成分を落とした。次にクリーンオープンによって十分に基板乾燥を行なった後、電極の

成膜を行なった。電極成膜には、スパッタリング装置を使用し、 Al-Cu (2wt%) 合金を成膜した。電極膜厚は約2000Åとした。

【0029】次に、レジストを約0.5μm厚みにスピンコートし、縮小投影露光装置(ステッパー)により、所望のパターニングを行なった。ステッパーには、パターニングの原版となるレチクル(コンタクトアライナーのためのフォトマスクのようなもの)が必要であるが、これは、ステッパー自身の光学系にて像を1/5に縮小投影するため、実際のパターンの5倍のサイズで設計した。このため、逆に従来のコンタクトアライナーに比べると、5倍の解像度が得られた。

【0030】次に、現像装置にて不要部分のレジストをアルカリ現像液で溶解させ、所望パターンを表出した後、RIE装置により、 Al-Cu のエッチングを行ない、電極のパターニングを終了した。

【0031】この後、保護膜を作製する。 SiO_2 をスパッタリング装置にて成膜し、その後、フォトリソグラフィによってレジストのパターニングを行ない、RIE装置等でワイヤーボンディング用窓開け部のエッチングを行ない、保護膜パターンを完成した。

【0032】次に、基板をダイシングラインに沿って、ダイシングチップごとに分割した。そして、各チップをダイボンダーにかけ、ピックアップし、 Si 樹脂を主成分とするダイボンド樹脂でSMDパッケージキャビティ内に接着した。この後、約160℃の温度をかけ、乾燥・硬化した。SMDパッケージは3mm角の積層構造である。次に、30μφAuワイヤーをSMDパッケージのパッド部とチップ上の Al-Cu のパッド上にボールボンディングした後、リッドをパッケージにかぶせ、シームシーラーにてシーリングして完成した。なお、チップ上のグラウンドは各々分離して配線し、Auボールボンディングにてパッケージ上のグラウンドパッドにボンディングした。

【0033】ラダー型弾性表面波フィルタを構成する弾性表面波共振子は、IDT電極の対数が40~120対、交差幅が10~30λ(λは弾性表面波の波長)で、IDT電極のピッチ(=IDT1本分の線幅+スペース幅)は直列と並列で違えてあるが、概略1μmとした。ここで、反射電極本数は直列共振子側で20本、並列共振子側で20本とした。

【0034】図6(a)、(b)は、本発明を用いて共振子特性のΔfを制御した例である。比較の基準となる弾性表面波共振子はIDT対数 $N=60$ 対、IDT交差幅 $W=10\lambda$ (λはLの4倍となる)、IDTの線幅 $L=0.5\mu\text{m}$ 、反射器の本数 $N_r=20$ 本を用いた。これは $L T 42^\circ Y$ カット-X方向伝搬基板を用い、 Al-Cu 2wt%電極2000Åで設計試作した。この弾性表面波共振子上に保護膜として、 SiO_2 を500Å装荷した。実際の測定にはネットワークアナライザのS

11を測定し、概略1.9GHz付近で共振特性4を持った。この結果、本保護膜付き共振子のΔfは約50MHzであった。保護膜なしの特性5は約60MHzであるから、約10MHz減少し、4のような従来よりも急峻な特性を実現した。さらに我々は、保護膜材料・成膜条件・保護膜膜厚によるΔfの変化を調査した。

【0035】表1にその結果を示した。また、図8はこれをグラフにしたものであるが、保護膜材料・成膜条件は① SiO_2 スパッタ、② Si スパッタ、③ Si 蒸着の3条件とし、保護膜膜厚を150Å、250Å、500Åの3条件で、組み合わせで計9条件の実験を行なった。この結果から、保護膜材料・成膜条件によつては、ほとんど差がみられないが、膜厚では大きく変化する。

【0036】このため、実際の制御には、各共振子ごとに保護膜膜厚を異ならせれば良いのであって、たとえば、共振子が5個の2.5段T型フィルタの場合、フォトリソ・保護膜成膜の組み合わせを5回行ない、所望の膜厚を順次、装荷していけば良い。あるいは、金属テンプレートをを用いて、穴のあいた部分を通して Si や SiO_2 などの材料を成膜する方法がある。これは、まず、穴を最初の共振子(1段目の直列共振子)に合わせて所望の膜厚だけ成膜した後、次に1段目の並列に穴を移してやはり所望の膜厚だけ成膜する。さらに2段目の直列といった具合に、順次成膜を繰り返すことによって作製することができ、フォトリソをしなくて良いため、はるかに効率が良い。また、ウエハ上にフィルタパターンが複数配置してある場合でも、テンプレート上に同様に複数穴を開けておけば良い。また、保護膜の位置合わせ精度はせいぜい±100μmもあれば十分なので、この方法でも全く問題はない。

【0037】図1に示すように、共振子2が5個の2.5段T型フィルタの場合、直列共振子の平均規格化保護膜膜厚を0.020[λ]となるよう、1段目を0.025[λ]、2段目を0.020[λ]、3段目を0.015[λ]とした。各段ごとに膜厚を変えているのは最適化した結果である。また、並列共振子は平均が0.015[λ]となるよう、1段目を0.02[λ]、2段目を0.01[λ]とした。これも各段ごとに膜厚を変えているのは最適化した結果である。

【0038】また、図12に示すように、共振子が5個の2.5段π型フィルタの場合、直列共振子の平均規格化保護膜膜厚を0.015[λ]となるよう、1段目を0.020[λ]、2段目を0.020[λ]とした。各段ごとに膜厚を変えているのは最適化した結果である。また、並列共振子は平均が0.020[λ]となるよう、1段目を0.025[λ]、2段目を0.020[λ]、3段目を0.015[λ]とした。これも各段ごとに膜厚を変えているのは最適化した結果である。

【0039】また、図13に示すように、共振子が6個(偶数)の3段型フィルタの場合、直列共振子の平均規

格化保護膜膜厚を0.017[λ]となるよう、1段目を0.020[λ]、2段目を0.015[λ]、3段目を0.020[λ]とした。各段ごとに膜厚を変えているのは最適化した結果である。また、並列共振子は平均が0.020[λ]となるよう、1段目を0.025[λ]、2段目を0.020[λ]、3段目を0.015[λ]とした。これも各段ごとに膜厚を変えているのは最適化した結果である。

【0040】なお、本発明の実施例では珪素、酸化珪素(SiO_2)を使用して説明したが、他の保護膜材料(珪素、酸化珪素、窒化珪素、窒化チタン、炭化珪素、アルミナのうちの1種類以上)でも、効果は同じである。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電極構成によって作製すれば、基板材料・電極膜厚を変えず、 Δf の大きな弾性表面波共振子と Δf の小さな弾性表面波共振子を混在させることができ、これらを用いて弾性表面波フィルタを構成すれば、肩特性が急峻で、通過帯域内が平坦な周波数特性を実現できる。また本発明は、基板の焦電性によるIDT電極スパーク不良が低減されるという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る2.5段T型ラダー型弾性表面波フィルタを示す平面図である。

【図2】従来の2.5段T型ラダー型弾性表面波フィルタを示す平面図である。

【図3】従来の弾性表面波フィルタの周波数特性を示す線図である。

【図4】従来の弾性表面波フィルタの周波数特性を示す

線図である。

【図5】本発明に係る弾性表面波フィルタの周波数特性を示す線図である。

【図6】(a)、(b)は、それぞれ本発明及び従来構造の弾性表面波共振子のインピーダンス特性及び位相特性を示す線図である。

【図7】本発明及び従来構造の弾性表面波共振子のインピーダンス特性変化を示す線図である。

【図8】弾性表面波共振子の Δf の変化を示す線図である。

【図9】 π 型接続をしたラダー型弾性表面波フィルタにおける直列共振子及び並列共振子上に形成する保護膜の最適膜厚を説明する図である。

【図10】T型接続をしたラダー型弾性表面波フィルタにおける直列共振子及び並列共振子上に形成する保護膜の最適膜厚を説明する図である。

【図11】偶数段のラダー型弾性表面波フィルタにおける直列共振子及び並列共振子上に形成する保護膜の最適膜厚を説明する図である。

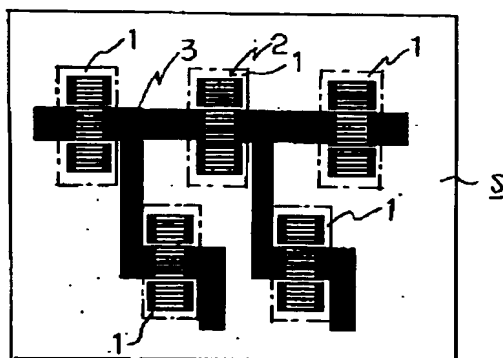
【図12】本発明の2.5段 π 型ラダー型弾性表面波フィルタを説明する平面図である。

【図13】本発明の偶数段接続したラダー型弾性表面波フィルタを説明する平面図である。

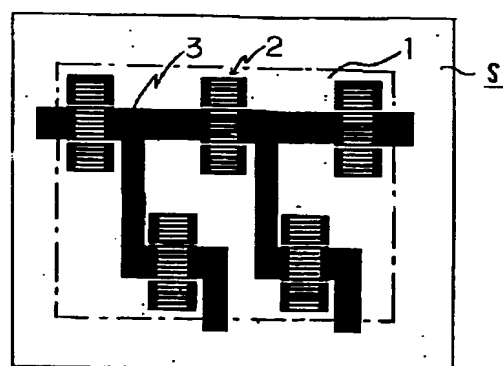
【符号の説明】

- 1：保護膜
- 2：弾性表面波共振子
- 3：配線パターン
- 4：本発明の弾性表面波共振子の特性
- 5：従来の弾性表面波共振子の特性
- S：圧電基板

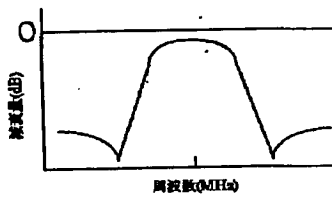
【図1】



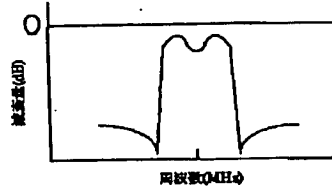
【図2】



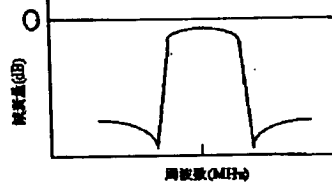
【図3】



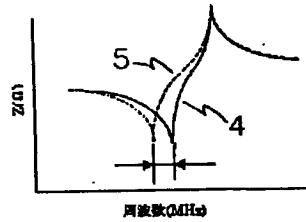
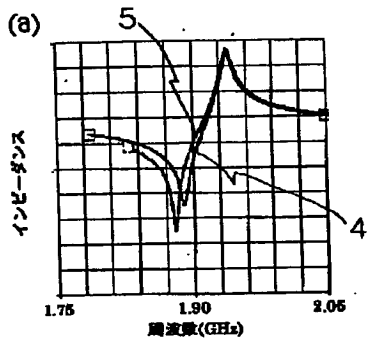
【図4】



【図5】

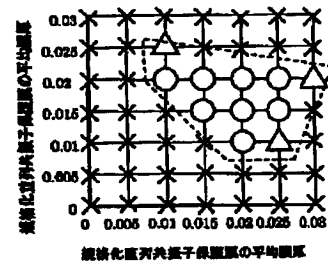


【図6】

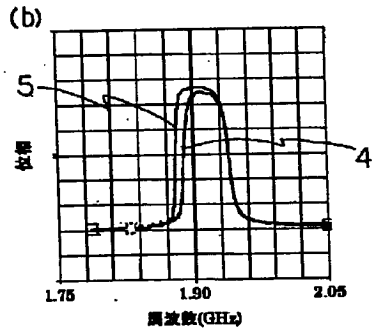


【図7】

【図9】

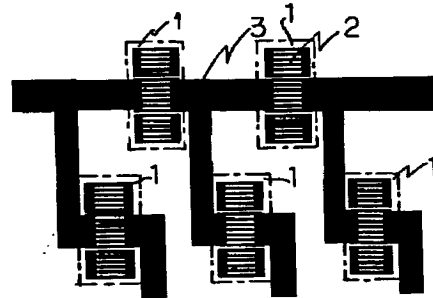


【図12】

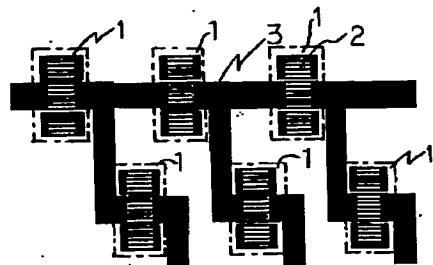
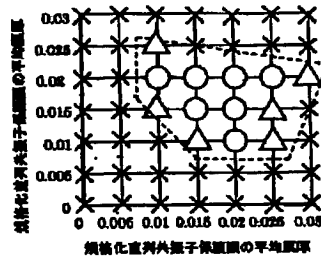
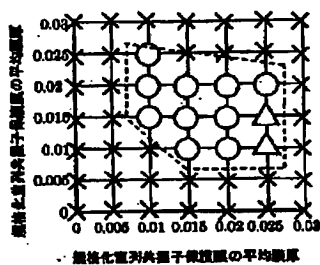


【図10】

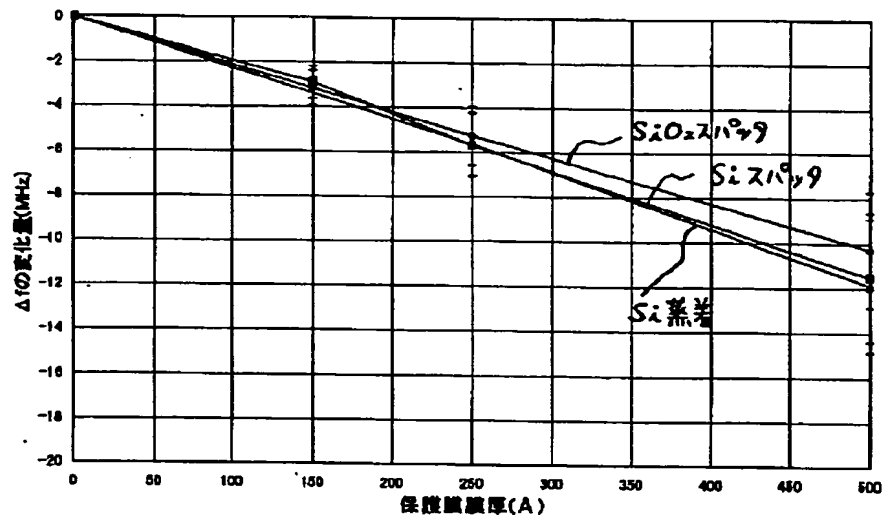
【図11】



【図13】



【図8】



THIS PAGE BLANK (USPTO)